



УДК 637.115

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ МОЛОКОПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ В ДОЇЛЬНОМУ АПАРАТІ

Павленко С.І., к.т.н.

Запорізький науково-дослідний центр з механізації тваринництва

ННЦ «ІМЕСГ» НААН України

Тел./факс +380(61) 289-81-44

Алієв Е.Б., к.т.н.

Інститут олійних культур НААН України

Тел.: +380(61) 223-99-99, +380(61) 223-99-50

Линник Ю.О., інженер

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

Тел.: +380(56) 744-81-04

Анотація – розроблена методика експериментальних досліджень процесу переміщення молокоповітряної суміші в доїльному апараті в залежності від його конструктивно-режимних параметрів. Дослідження процесу переміщення молокоповітряної суміші в доїльному апараті проводяться за наступними факторами: робочий тиск вакуумної системи P , кПа, частота пульсацій n , xv^{-1} , фаза пульсацій $A+B$. Критеріями оцінки досліджень є флуктуація вакууму ΔP , кПа і режим течії молочно-повітряної суміші.

Ключові слова – доїння, доїльний апарат, молочно-повітряна суміш, експериментальні дослідження, методика.

Постановка проблеми. Перелік параметрів і характеристик доїльних установок, які підлягають контролю і регулюванню, регламентуються міжнародними стандартами ISO 5707 [1] і ISO 6690 [2]. В зазначених стандартах передбачені методи оцінки функціонування молочно-повітряних та вакуумних систем молочно-доїльних машин, які реалізуються в процесі доїння. Однак немає єдиної загальної методики експериментальних досліджень процесу переміщення молокоповітряної суміші в доїльному апараті.

Аналіз останніх досліджень. Представлені науково-методичні рекомендації з багатокритеріального виробничого контролю доїльних установок Шевченко І.А. і Алієва Е.Б. [3] не охоплюють можливість дослідження процесу переміщення молокоповітряної суміші в доїльному апараті.

Постановка завдання. Розробити методику експериментальних дослідження процесу переміщення молокоповітряної суміші в доїльному апараті в залежності від його конструктивно-режимних параметрів.

Основна частина. Для реалізації методики експериментальних дослідження процесу переміщення молокоповітряної суміші в доїльному апараті створено експериментальний стенд лінійної доїльної установки типу УДМ з верхнім молокопроводом (рис. 1), який відповідає вимогам ISO 5707 [1] і має точки для підключення реєструючої апаратури згідно з ISO 6690 [2] (рис. 2). Основними елементами які були задіяні під час досліджень були доїльний апарат (доїльні стакани, колектор, пульсатор молочний і вакуумний шланги), фотокамера, осцилограф до якого підключені датчики вакуумметричного тиску (рис. 3).



Рис. 1. Загальний вигляд експериментального стенду лінійної доїльної установки типу УДМ з верхнім молокопроводом

Дослідження процесу переміщення молокоповітряної суміші в доїльному апараті проводяться за наступними факторами: робочий тиск вакуумної системи P , кПа, частота пульсацій n , хв^{-1} , фаза пульсацій $A+B$. Робочий тиск вакуумної системи регулюється вакуумрегулятором. Частота пульсацій і фаза пульсацій $A+B$ регулюються за допомогою регулятора на пульсаторі.

Процес молоковіддачі імітується на штучному вимені. Швидкість виведення молока з вимені змінювалася з використанням віджи-

много пристрою. Критеріями оцінки досліджень є флуктуація вакууму ΔP , кПа і режим течії молочно-повітряної суміші.

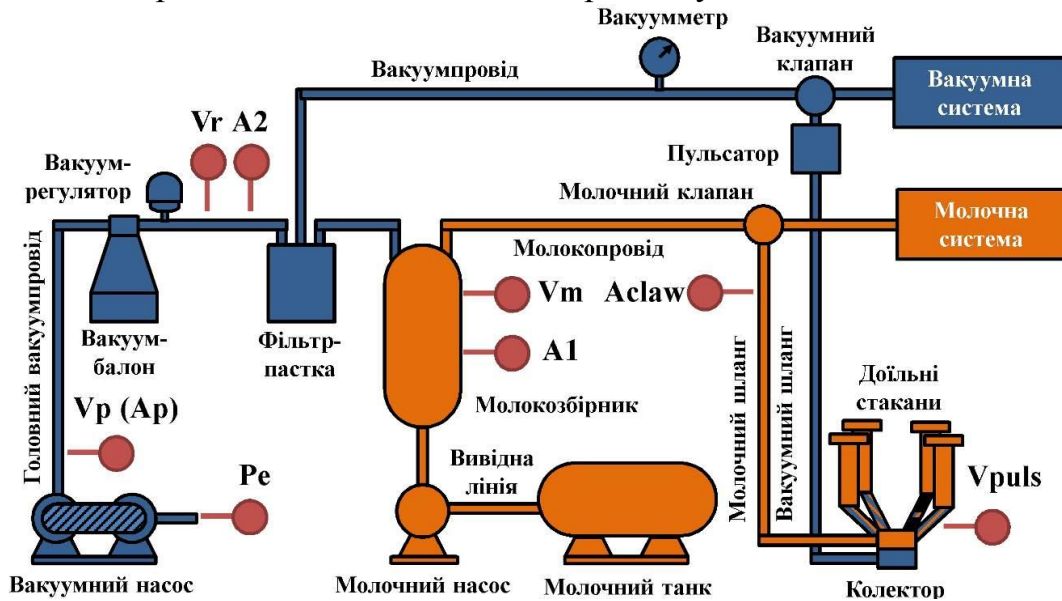


Рис. 2. Схема точок підключення доїльних установок, оснащених молокопроводами: A1, A2, Aclaw, Ap – витрати повітря; Vm, Vr, Vr, Vrpuls – вакуумметричний тиск; Pe – надлишковий тиск

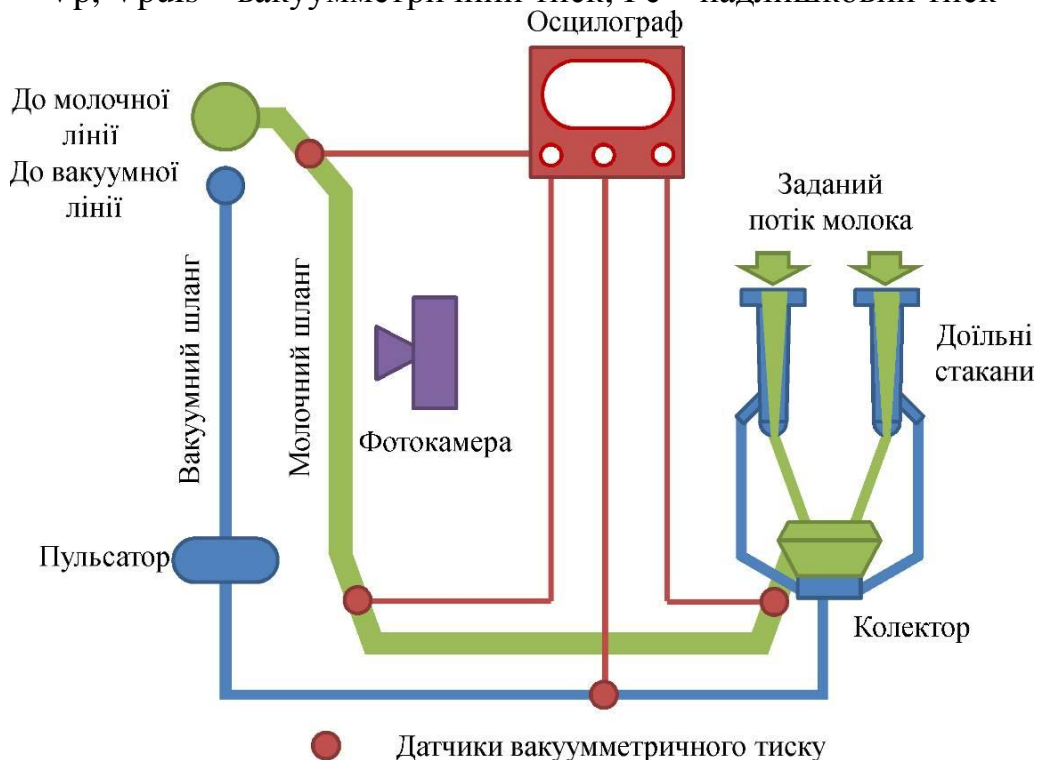


Рис. 3. Схема підключення реєструючої апаратури до доїльного апарата

Динаміка вакуумметричного тиску вимірюється з використанням датчика тиску (наприклад, MPX5100DP) і фіксувалася цифровим осцилографом (наприклад, Rigo1 1301).

Флуктуація вакууму розраховується як середнє квадратичне відхилення вакуумметричного тиску:



$$\Delta P = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - P_{сер})^2}, \quad (1)$$

де P_i – значення вакуумметричного тиску, кПа;
 $P_{сер}$ – середнє значення вакуумметричного тиску, кПа;
 n – кількість вимірів.

Режим течії молочно-повітряної суміші визначався візуально с використанням фотокамери (наприклад, Canon EOS 5D Mark II) у режимі відеозйомки. Градування режимів течії молочно-повітряної суміші за James P. Brill [4] є наступною: переривчаста, розподільна, роздільна і перехідна течії.

Для якісного аналізу вакуумного режиму доїльного апарата для загального процесу і його машинної і біологічної складовими необхідно визначати час перебування вакуумметричного тиску в заданому полі допуску. Весь інтервал варіювання вакуумметричного тиску можна розбити на п'ять діапазонів: 0-33 кПа, 33-40 кПа, 40-45 кПа, 45-50 кПа, 50 кПа і більше [5].

– 0-33 кПа – відповідає величині вакуумметричного тиску недостатнього для вивода молока з вимені тварини, тому в інтервалі часу з даним тиском настає гальмування рефлексу молоковіддачі у тварини, що активно припустило молоко.

– 33-40 кПа – біологічно достатній вакуумметричний тиск тільки для виділення молока з вимені з урахуванням всього різноманіття біологічних особливостей тварини.

– 40-45 кПа – необхідний для вивода молока і забезпечення підйому молочно-повітряної суміші з молочної камери колектора в молокопровод, середня величина діапазону відповідає оптимальному значенню вакуумметричного тиску із умови відсутності наповзання доїльних стаканів.

– 45-50 кПа – рекомендований інтервал вакуумметричного тиску для молокопроводів із верхнім розміщенням.

– 50 кПа і більше – перевищення допустимих меж, робота доїльних апаратів в даному діапазоні призводить до травм і захворювань молочної залози.

Дослідження проводяться за D-оптимальним планом Бокса-Бенкіна другого порядку для 3 факторів. Матриця плану, фактори експерименту та їх рівні представлено в таблицях 1-2. Рівні варіацій факторів були обрані за результатами чисельного моделювання процесу переміщення молокоповітряної суміші в доїльному апараті. Досліди проводяться із триразовою повторністю.

Таблиця 1 – Рівні варіацій факторами експериментальних досліджень



Рівні варіацій факторів, матриця досліду	Фактори		
	Робочий тиск вакуумної системи Р, кПа	Частота пульсацій n , xv^{-1}	Фаза пульсацій А+В
	x_1	x_2	x_3
Верхній рівень (+)	60	80	0,8
Основний рівень (0)	50	60	0,6
Нижній рівень (-)	40	40	0,4
Інтервал варіацій факторів	10	20	0,2

Таблиця 2 – Матриця плану експериментальних досліджень

№	x_1	x_2	x_3
1	1	1	0
2	-1	1	0
3	1	-1	0
4	-1	-1	0
5	0	0	1
6	0	0	-1
7	0	0	1
8	0	0	-1
9	0	0	0
10	1	0	0
11	-1	0	0
12	1	0	0
13	-1	0	0
14	0	1	1
15	0	-1	1

Висновки. Розроблена методика експериментальних досліджень процесу переміщення молокоповітряної суміші в доїльному апараті в залежності від його конструктивно-режимних параметрів. Дослідження процесу переміщення молокоповітряної суміші в доїльному апараті проводяться за наступними факторами: робочий тиск вакуумної системи Р, кПа, частота пульсацій n , xv^{-1} , фаза пульсацій А+В. Критеріями оцінки досліджень є флуктуація вакууму ΔP , кПа і режим течії молочно-повітряної суміші.

Література

1. ISO 5707. Milking machine installations – Construction and performance. – Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. – 52 p.
2. ISO 6690. Milking machine installations – Mechanical tests. – Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. – 46 p.
3. Шевченко І.А. Науково-методичні рекомендації з багатокритеріального виробничого контролю доїльних установок / І.А. Шевченко,



- Е.Б. Алиев* / За редакцією доктора технічних наук, професора, член-кореспондента НААН України, І.А. Шевченка – Запоріжжя: Акцент Інвест-трейд, 2013 – 156 с. – ISBN 978-966-2602-41-VIII.
4. *James P. Brill*. Two phase flow in pipes / *James P. Brill, H. Dale Beggs* – 1991. – 6th edition. – 640 p.
 5. *Сурков С. В.* Повышение эффективности функционирования доильной установки путем совершенствования и оптимизации конструктивно-технологической схемы и режимов работы вакуумной системы: дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / *С.В.Сурков*. – Киров, 2010. – 193 с.

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МОЛОЧНОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В ДОИЛЬНОМ АППАРАТЕ

С.И. Павленко, Э.Б. Алиев, Ю.О. Линник

Аннотация – разработана методика экспериментальных исследований процесса перемещения молочновоздушной смеси в доильном аппарате в зависимости от его конструктивно-режимных параметров. Исследование процесса перемещения молочновоздушной смеси в доильном аппарате проводится по следующим факторам: рабочее давление вакуумной системы P , кПа, частота пульсаций n , мин⁻¹, фаза пульсаций $A + B$. Критериями оценки исследований является флуктуация вакуума ΔP , кПа и режим течения молочно-воздушной смеси.

THE TECHNIQUE OF EXPERIMENTAL STUDIES OF DISPLACEMENT MILK-AIR MIXTURE IN THE MILKING MACHINE

S. Pavlenko, E. Aliev, Y. Linnik

Summary

Developed a method of experimental studies the process of moving air mixture in the dairy milking machine depending on its design-mode parameters. Investigation of the process of moving milk-air mixture in the milking machine are held on the following factors: the operating pressure of the vacuum system P , kPa, pulsation frequency n , min⁻¹, the phase ripple $A + B$. The criteria for evaluation research is the vacuum fluctuations ΔP , kPa, and the air flow regime milk mixture.